

Exploración neurofisiológica del suelo de la pelvis

M. González-Hidalgo

Resumen. Introducción. Se describen los distintos tipos de exploración neurofisiológica del suelo de la pelvis, que incluyen: electromiografía de los distintos músculos (esfínteres periuretral y anal, bulbocavernoso, puborrectal...), electroneurografía de los nervios pudendo y dorsal del pene, los reflejos sacros, potenciales evocados corticales y potenciales evocados motores en los músculos de la pelvis con estimulación magnética, siguiendo el protocolo de exploración de la Sección de Electromiografía del Hospital Clínico San Carlos y, en su defecto, el método principal contrastado en la literatura universal. Asimismo se incluye una evaluación de su utilidad clínica (disfunciones vesicouretrales, incontinencia fecal, impotencia) y los principales hallazgos patológicos [REV NEUROL 1998; 26: 432-8].

Palabras clave. Electromiografía de los esfínteres anal y periuretral. Electroneurografía de los nervios pudendo y dorsal del pene. Potenciales evocados somatosensoriales del nervio dorsal del pene. Potenciales evocados motores en los músculos del suelo de la pelvis con estimulación magnética. Reflejo bulbocavernoso.

Summary. Introduction. Methods for investigating the pelvic floor neurophysiological means are described. These include recording electromyographic activity of pelvic muscles and sphincter, under urodynamics studies or to assess the integrity of innervation of the muscle, pudendal and dorsal nerve of the penis conduction velocity, sacral reflexes and afferent and efferent conduction studies between the cortex and the pelvic floor, under our hospital protocol and a description of the major method from published reports and the clinical applications (Neurogenic bladder, faecal incontinence, male impotence) are discussed [REV NEUROL 1998; 26: 432-8].

Key words. Anal and urethral sphincter EMG. Bulbocavernosus reflex. Dorsal nerve of the penis conduction velocity. Motor evoked potentials from sphincters. Pudendal evoked potential. Pudendal terminal motor latency. Sacral reflexes.

INTRODUCCIÓN

El examen clínico neurológico de las distintas estructuras del suelo de la pelvis es difícil. Los distintos tests neurofisiológicos no sólo pueden confirmar el origen neurológico del supuesto trastorno sino que pueden tener importantes implicaciones en el manejo de estos pacientes. Además, en algunas ocasiones, son estos estudios la única evidencia de su origen orgánico. Los estudios urodinámicos y las manometrías anorrectales pueden demostrar la fisiopatología de una estructura, pero no confirman el origen neurológico de la lesión; por estos hechos son de gran utilidad los estudios combinados.

El abordaje de estos pacientes es delicado y es necesario explicar los distintos procedimientos con detenimiento de tal manera que el paciente entienda la necesidad de realizarlos, no le parezcan ofensivos y ofrezcan su completa colaboración.

RECUERDO ANATÓMICO

El tracto urinario inferior, esto es, la vejiga y la uretra, está diseñado para una función de almacenamiento y posterior expulsión periódica de la orina. La vejiga es capaz de acumular un volumen grande de orina con poca o ninguna variación de la presión intravesical. La continencia urinaria está garantizada por un mecanismo proximal localizado anatómicamente a nivel del cuello vesical (músculo liso) y por un mecanismo distal

constituido por el músculo liso uretral que son fibras estriadas de contracción lenta distribuidas por la pared uretral (esfínter estriado intrínseco uretral) y fibras estriadas concéntricas de contracción rápida que corresponden al esfínter periuretral.

La expulsión voluntaria de la orina en la micción exige un fenómeno coordinado caracterizado por la contracción del detrusor y la relajación del esfínter, y la interrupción voluntaria del flujo miccional es realizada por la contracción del esfínter periuretral (reflejo de la micción).

La inervación del tracto urinario inferior y el control de la micción representa una función autónoma compleja de gran importancia práctica. En la inervación de la vejiga van a intervenir:

- *Sistema simpático toracolumbar:* localizado a nivel T₁₀-L₃, que a través del nervio presacro llega al plexo hipogástrico de donde sale el nervio hipogástrico que inerva el trigono y el esfínter liso de la uretra. Es el centro de la continencia urinaria a nivel del cuello vesical.
- *Sistema parasimpático:* localizado a nivel S₂-S₄ a través de los nervios pélvicos, inerva el músculo detrusor, es el centro sacro de la micción y del nervio pudendo formado por las raíces del plexo pudendo que inerva al esfínter periuretral.
- *El centro pontino de la micción:* conectado con el centro sacro a través de las fibras reticuloespinales.
- *Mecanismos de facilitación-inhibición corticales:* que por vías largas de imprecisa localización modulan el centro espinal.

La inervación del esfínter anal externo proviene de las raíces sacras, a través del nervio pudendo.

ELECTROMIOGRAFÍA

La electromiografía (EMG) de los músculos del suelo de la pelvis y de los esfínteres permite valorar la función de estos músculos [4,19] igual que la de cualquier otro músculo estriado.

Recibido: 07.11.97. Aceptado: 21.11.97.

Sección de Electromiografía. Servicio de Neurofisiología Clínica. Hospital Universitario San Carlos. Madrid, España.

Correspondencia: Dra. M. González Hidalgo. Servicio de Neurofisiología Clínica. Hospital Universitario San Carlos. Martín Lagos, s/n. E-28040 Madrid. Fax: 91-330 31 82.

© 1998, REVISTA DE NEUROLOGÍA

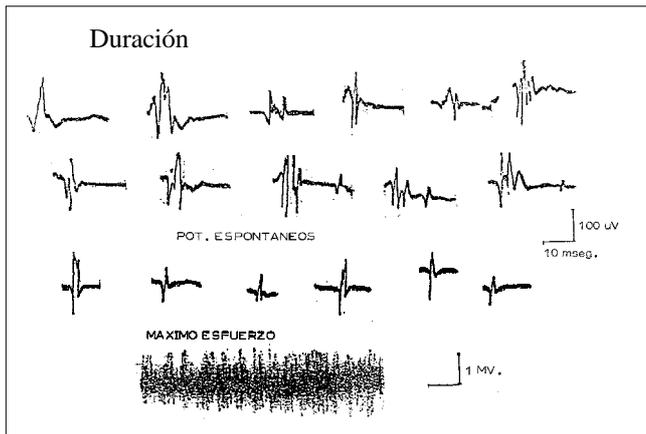


Figura 1. Estudio eselectromiográfico del esfínter periuretral, que pone de manifiesto una afectación neurogénica crónica (polifasia y aumento de la duración media de los potenciales de unidad motora), con signos de evolución (potenciales bifásicos espontáneos).

Aunque hay algunos autores que realizan estos estudios con electrodos de superficie, no es posible valorar adecuadamente los potenciales de unidad motora ni la actividad espontánea, por lo que en nuestro laboratorio utilizamos electrodos concéntricos de aguja. No obstante, estos electrodos de superficie son:

- *Electrodo cilíndrico anal:* dos electrodos de superficie montados en teflón que se inserta en el canal anal.
- *Electrodos de superficie:* discos de plata montados en una superficie adhesiva, utilizados sobre todo en niños, que se pegan en la piel del periné o en el margen del orificio anal.
- *Electrodos montados:* en catéteres o en sondas de Foley.
- *Electrodos vaginales:* similares a los cilíndricos anales, para estudios del esfínter periuretral.

En la primera inserción del electrodo de aguja en los esfínteres (sobre todo en el periuretral) se produce un brote de actividad de inserción importante (son fibras musculares tipo I, tónicas, de contracción rápida), que puede ser de ayuda localizadora [17]. Por esta actividad tónica es imposible que se produzca la relajación completa del músculo (silencio eléctrico) y, en ocasiones, sobre todo para electromiografistas no experimentados, puede ser difícil la localización de actividad espontánea (potenciales de fibrilación y ondas positivas). Es de gran ayuda el audio de los equipos de EMG.

Para la identificación correcta del potencial de unidad motora (PUM), para la medición de la duración media y de la incidencia de polifasia, es conveniente fijar el potencial con un *trigger* y utilizar un *delay* de 2-4 ms.

En la valoración del trazado al máximo esfuerzo es importante que la inserción del electrodo sea la idónea y se pide al paciente que realice la función muscular, por ejemplo, que se imagine que quiere interrumpir la micción en el caso del esfínter periuretral.

Se han realizado estudios de fibra aislada en los esfínteres, sobre todo en el esfínter anal ya que éste tiene mayor tamaño, para valorar principalmente la densidad de fibras [14,26], que en procesos de denervación-reinervación estará aumentada. La técnica y los valores son similares a los de otros músculos estriados.

EMG del esfínter periuretral (Fig. 1)

Métodos [4,6,19]

- *Electrodo:* concéntrico, de aguja de 30 mm para las mujeres y de 90 mm para los varones.

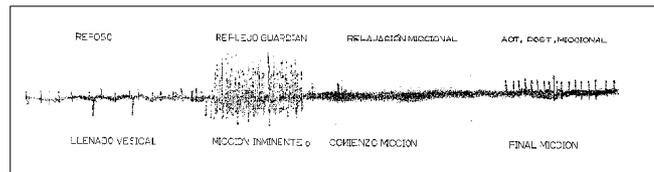


Figura 2. Registro electromiográfico normal del esfínter periuretral durante un estudio urodinámico.

- *Posición del paciente:* decúbito supino, con las piernas flexionadas.
- *Técnica de inserción:* depende del sexo. En varones se realiza un tacto rectal para localizar la punta de la próstata y el electrodo se inserta a través del periné 2 cm lateral a la línea media entre ano y escroto dirigiéndola oblicuamente hacia la punta de la próstata profundizando 2-3 cm y atravesando el músculo bulbocavernoso que es más superficial. En las mujeres se inserta 1-2 cm lateral al meato uretral en dirección ventral. Es de más difícil localización por ser un músculo más fino. El rico plexo submucoso de la uretra femenina hace que el sangrado sea mucho más frecuente que en el hombre y que en otros músculos estriados, aunque los hematomas son raros, así como los sangrados excesivos.
- *Valores normales:*
 - Duración media del PUM: 6 ms (\pm 20%)
 - Incidencia de polifasia: normal hasta un 15%
 - Amplitud en el máximo esfuerzo: 0,5-1 mV

Registro EMG del esfínter periuretral durante estudios urodinámicos (Fig. 2)

El método, el tipo de electrodo y la inserción es la misma que para el estudio convencional del EMG del esfínter periuretral, con la salvedad que el paciente está sondado con un catéter introducido en la vejiga a través del cual se va llenando la misma con agua estéril (llenado retrógrado).

Se estudian las modificaciones EMG del esfínter periuretral en relación con el llenado vesical retrógrado a través de la sonda y la micción voluntaria posterior.

En condiciones normales nunca se objetiva una relajación completa del esfínter, como mucho 1-2 PUM/s. Con la sensación de llenado vesical hay un aumento de la actividad EMG, que alcanza el máximo justo antes de iniciar la micción (reflejo guardián) y únicamente durante la contracción del músculo detrusor en la micción existe silencio eléctrico del esfínter por relajación completa. La actividad EMG vuelve a aumentar progresivamente al final de la micción.

Cuando existe una descoordinación [5,8,19] entre la contracción del detrusor y del esfínter se producen las llamadas 'disinergias detrusor-esfínter' (DDE), definidas como la contracción involuntaria del esfínter periuretral durante una contracción voluntaria (micción) o involuntaria. Estas disinergias se pueden clasificar en tres tipos:

- *DDE tipo I:* aumento de la actividad EMG del esfínter durante la primera parte de la actividad máxima del detrusor, seguida de una relajación completa del esfínter en la segunda mitad.
- *DDE tipo II:* aumento esporádico o alternante, en salvas o brotes, de la actividad EMG del esfínter durante la contracción del detrusor.
- *DDE tipo III:* aumento creciente-decreciente de la actividad EMG del esfínter paralelo a las contracciones del detrusor.

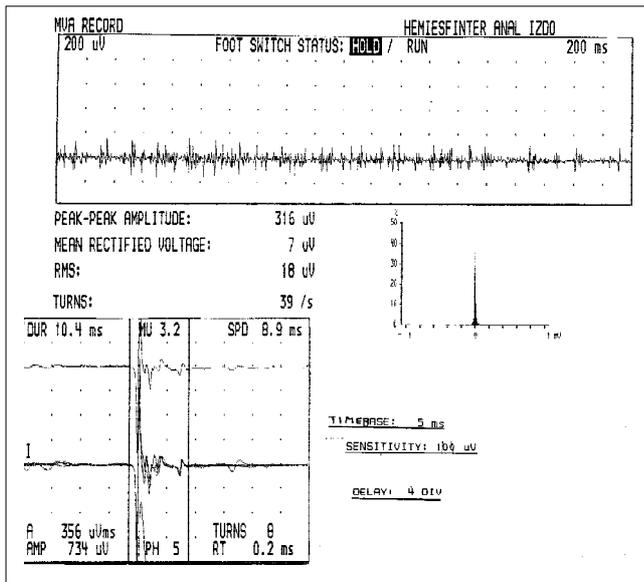


Figura 3. Estudio electromiográfico del esfínter anal en un paciente portador de una colostomía por una lesión de la cola de caballo secundaria a un traumatismo, enviado para valoración de la continencia anal. En el hemiesfínter anal izquierdo observamos un patrón neurogénico crónico, con potenciales de unidad motora polifásicos y una gran pérdida de unidades motoras.

Esfínter anal (Figs. 3 y 4)

Método

- **Electrodo:** concéntrico de aguja de 40 mm.
- **Posición del paciente:** en decúbito prono-genu-flexu. En pacientes de edad o cuando la patología del paciente le impide adoptar esta postura, se adoptará un decúbito lateral.
- **Técnica de inserción:** el electrodo se inserta aproximadamente 1 cm lateral al orificio anal, guiándose por el audio del electromiógrafo y la morfología de los PUM.

Siempre se debe estudiar los dos hemiesfínteres y en algunas ocasiones es necesario realizar un mapeo [11] más detallado del mismo y analizar los resultados de los cuatro cuadrantes del esfínter (derecha, izquierda, anterior y posterior).

- **Valores normales:**
 - Duración media de los PUM: 7-8 ms.
 - Incidencia de polifasia: normal hasta un 15%.
 - Amplitud máximo esfuerzo: 0,5-1,5 mV.

Músculo bulbocavernoso

Método [15]

- **Electrodo:** concéntrico de aguja de 40 mm.
- **Posición del paciente:** decúbito supino con las piernas flexionadas.
- **Técnica de inserción:** se inserta 1-2 cm lateral a la línea media en el punto intermedio entre el escroto y el ano, bastante superficial.

Se valora la presencia de actividad espontánea y el trazado al máximo esfuerzo para lo cual se pide al paciente que intente la elevación voluntaria del pene.

Electromiografía del cuerpo cavernoso

Los registros de la actividad eléctrica del cuerpo cavernoso en pacientes con sospecha de una disfunción eréctil [22,41] de origen

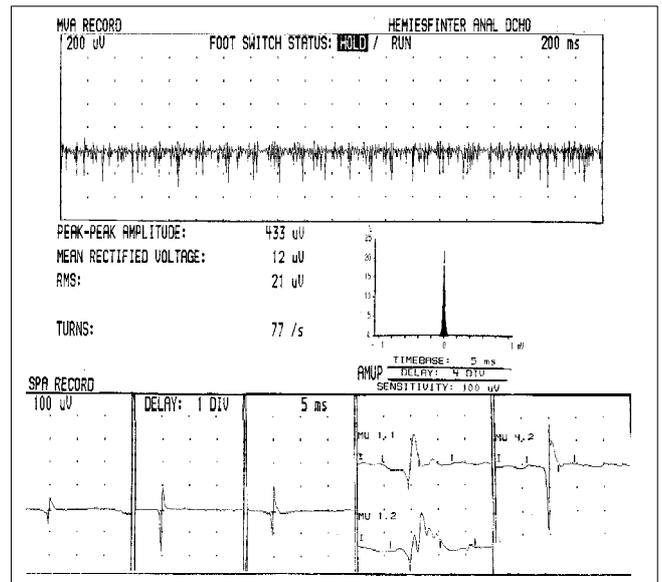


Figura 4. Se trata del mismo paciente de la figura 3. En el hemiesfínter anal derecho, además de los hallazgos ya enumerados, se objetivan potenciales de fibrilación. Estos hallazgos contraindican el cierre de la colostomía, aunque existan signos neurofisiológicos de reinervación colateral.

neurogénico y con los tests neurofisiológicos normales pueden beneficiarse de estos estudios, que son los únicos que evalúan el sistema nervioso autónomo que regula dicha función eréctil.

Otros músculos

- **Músculo pubococcígeo:** en las mujeres con incontinencia de estrés y un prolapso genitourinario, Smith et al [33] estudian este músculo con electrodo concéntrico de aguja, insertándolo lateral a la pared de la vagina. Encuentran aumento de la densidad de fibras y denervación.
- **Músculo puborectalis:** igual aproximación que el esfínter anal, únicamente a mayor profundidad. Para su localización Bartolo et al [2] encuentran un área de silencio eléctrico entre el esfínter anal y este músculo.

ELECTRONEUROGRAFÍA

La electroneurografía de los nervios del suelo de la pelvis es muy difícil ya que para valorar una velocidad de conducción se necesita estimular el mismo nervio en dos sitios distintos y que la distancia entre estos dos puntos sea medible. Dos son los nervios relativamente más accesibles: el nervio pudendo y el nervio dorsal del pene.

El nervio pudendo es el nervio más robusto del plexo pudendo. Está formado por las raíces S₂, S₃, S₄ y algo de la S₁. Sus ramas terminales son las ramas rectales o anales, que inervan al músculo del esfínter anal, y, a continuación, se divide en el nervio perineal que inerva el periné y a los músculos transversos superficiales del periné y al bulbocavernoso, y, por último, el nervio dorsal del pene o del clítoris.

Velocidad de conducción motora del nervio pudendo (Fig. 5)

Numerosos métodos se han ido ideando y desechando por la dificultad técnica y la escasa reproducibilidad de los resultados, hasta los trabajos de Kiff y Swash en el Hospital de St. Mark de

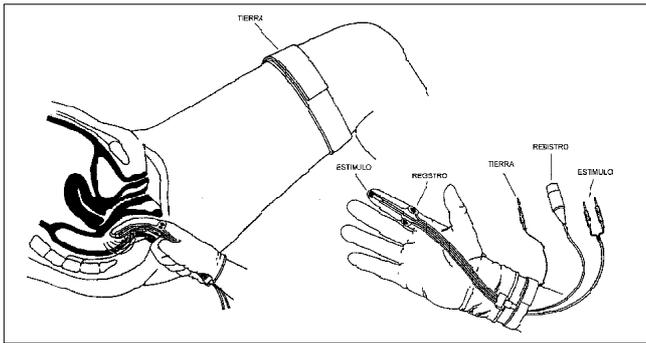


Figura 5. Técnica de colocación del electrodo 'St. Mark' para el estudio de la velocidad de conducción del nervio pudendo.

Londres [23], que han desarrollado el electrodo conocido como 'St. Mark's pudendal electrode'. La latencia motora terminal estudiada es el tiempo de conducción de la rama rectal inferior que inerva el esfínter anal.

Método

- *Electrodos*: el electrodo bipolar de estímulo está montado de tal manera que se adapta a la punta del dedo índice de un guante de látex y, a una distancia fija de éste, hay otro electrodo bipolar de registro; de esta manera, los resultados entre pacientes pueden ser comparados. Es un electrodo desechable. El electrodo de tierra debe ponérselo el explorador y en muchas ocasiones hay que poner otro electrodo de tierra al paciente.
- *Posición del paciente*: decúbito supino o decúbito lateral con las piernas flexionadas.
- *Técnica de inserción*: el dedo índice se introduce en el recto aproximadamente 3 cm hasta que el electrodo de registro se coloca sobre el esfínter anal; a continuación se palpa la espina ciática y es en esta localización cuando se comienza la estimulación. La punta del dedo debe moverse hasta que el nervio pudendo se localiza y se reproduce un potencial de acción idéntico.
- *Estimulación*: un pulso eléctrico de 0,2 ms de duración, a una frecuencia de 1 Hz y a una intensidad alrededor de 30 mA.
- *Promediación*: es conveniente promediar la señal entre 10-20 veces. Si esto no es posible, se puede repetir 3-4 veces y sobreimponerlo.
- *Valores normales*: hasta 2,2 ms según datos normalizados publicados previamente [23].

Velocidad de conducción del nervio dorsal del pene

Método [10,12,21]

- *Electrodos*: los electrodos de registro son de superficie. Se colocan: el activo en la base del pene y el indiferente a 4 cm, sobre la sínfisis del pubis. Los electrodos de estímulo se colocan: el ánodo en el glande y el cátodo proximal al glande; el electrodo de tierra en la raíz del muslo.
- *Estimulación y promediación*: no se comentan.
- *Valores normales*:
 - VC: $36,2 \pm 3,2$ ms
 - Latencia: $2,34 \pm 0,35$ ms
 - Amplitud: $2,29 \pm 1,08$ microV

En la mayoría de las ocasiones hay que utilizar una tracción del pene para obtener una longitud constante o fijarlo a un depresor lingual.

Valoración del umbral sensitivo cutáneo

El umbral subjetivo de sensibilidad cutáneo en el pene es muy variable y tiene una dudosa correlación con la afectación neurógena a este nivel; debe ser interpretado con cuidado [22], sobre todo si se realiza de manera aislada.

Método

- *Electrodos*: de superficie, los anillos normalmente utilizados en el estímulo sensitivo digital, a continuación se estimula hasta que el paciente nota el estímulo.
- *Valores normales*: 3-13 mA.

REFLEJOS SACROS

Los reflejos sacros son contracciones reflejas de los músculos del suelo de la pelvis que se producen como respuesta a la estimulación del periné o de los genitales. Los niveles sacros implicados en su génesis son S₂-S₄.

Clínicamente el reflejo bulbocavernoso se desencadena pellizcando el glande o el clítoris y observando la respuesta contráctil del músculo bulbocavernoso o en el esfínter anal.

Control EMG de los reflejos clínicos (Fig. 6)

Es un procedimiento muy sencillo [7] y que, sin embargo, puede aportar una valiosa información sobre la intensidad de la afectación neurógena de los esfínteres.

Método [19]

Se realiza durante el estudio EMG de los esfínteres, valorando la actividad refleja muscular durante un estímulo clínico.

El electrodo, la posición del paciente y la técnica de inserción son las mismas que para el estudio EMG.

Tipos de estímulo

- *Reflejo bulbocavernoso*: se estimula el glande o el clítoris. Si el paciente está sondado también se desencadena tirando suavemente de la misma.
- *Reflejo de la tos*: se pide al paciente que tosa con energía.
- *Reflejo de la maniobra de Valsalva*: se pide al paciente que realice esta maniobra.
- *Valoración*: los estímulos provocan en el registro EMG un trazado similar al máximo esfuerzo secundario a un reclutamiento normal de las fibras musculares. Esta respuesta se irá haciendo más pobre según exista mayor afectación neurógena e incluso puede desaparecer.

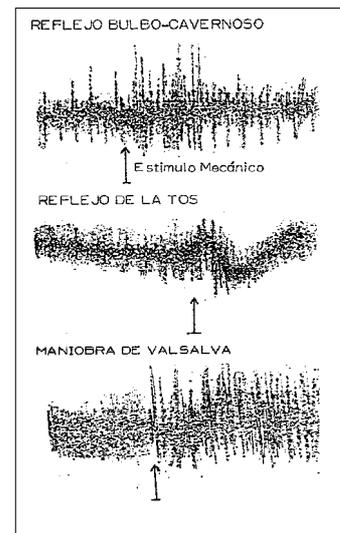


Figura 6. Control EMG de los reflejos clínicos.

Reflejo bulbocavernoso (RBC) (Fig. 7)

El RBC evalúa la integridad de los segmentos espinales sacros, a través de la aferente sensitiva del nervio pudendo y la eferente motora del mismo nervio a los genitales. Desde hace muchos años [17] se conoce que un estímulo eléctrico en el nervio dorsal del pene desencadena contracciones en los músculos del suelo de la pelvis.

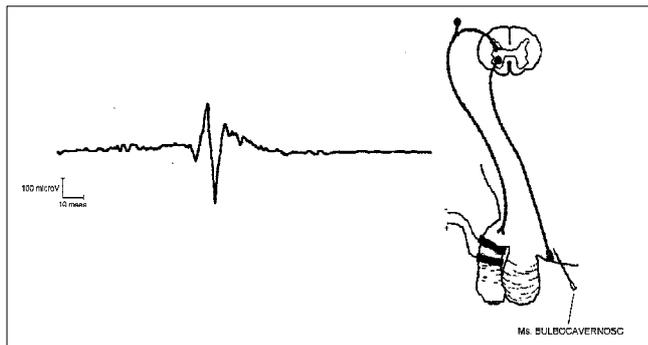


Figura 7. Reflejo bulbocavernoso normal.

Hay dos componentes en este reflejo: el primer componente tiene una latencia alrededor de 35 ms y es el único que se valora en la clínica; el segundo componente, que es considerado como una respuesta tardía aproximadamente a 60-70 ms, no siempre se recoge y está relacionado con lesiones suprasacrales.

Desde unos trabajos recientes de Voduseck [39] que, utilizando EMG de fibra aislada en el registro del RBC, muestran que las motoneuronas responden con poca variabilidad en la latencia y sin habituación, parece confirmado que el RBC es oligosináptico. Cuando se evalúa el RBC siempre es esta primera respuesta.

Método

- **Electrodos:** el electrodo de registro es un electrodo concéntrico de aguja de 30 mm y el electrodo de estímulo consta de un par de anillos sensitivos. En las mujeres es muy difícil obtener el RBC por la dificultad que representa la sujeción del electrodo de estímulo. Algunos autores [12,17,38,39] lo realizan con un electrodo especial o insertado en una sonda de Foley (estímulo intrauretral). En nuestro laboratorio no se realiza. El electrodo de tierra se coloca en la raíz del muslo y en ocasiones se añade otro en el periné.
- **Posición del paciente:** decúbito supino con las piernas flexionadas.
- **Técnica de inserción:** el electrodo de registro se inserta en el músculo bulbocavernoso [15], igual que para la realización del EMG, y los electrodos de estímulo en el pene.
- **Estimulación:** pulsos cuadrados de 0,2 ms, a una frecuencia de 1 Hz y a una intensidad máxima de 70 mA. La intensidad de estímulo es muy variable, pero siempre debe ser la mínima con la que se obtenga la respuesta y tolerable para el paciente.
- **Promediación:** no es imprescindible pero sí se recomienda, sobre todo cuanto más patológico. Entre 10 y 50 pasadas.
- **Valores normales:** se mide al inicio del pico negativo, con una latencia de 35-40 ms. No se valora la amplitud. En las mujeres no hay criterios unificados, entre 40-45 ms, y muchas veces no hay respuesta.

Otros reflejos

Reflejo vesicoanal: la mayoría de los autores adoptan el método de Galloway [20]:

- **Electrodos:** electrodo bipolar montado en un catéter de Foley como electrodo de estímulo y un electrodo cilíndrico anal como registro.
- **Estimulación:** tres veces el umbral sensitivo a 3 Hz.
- **Valores normales:** 65 ± 10 ms.

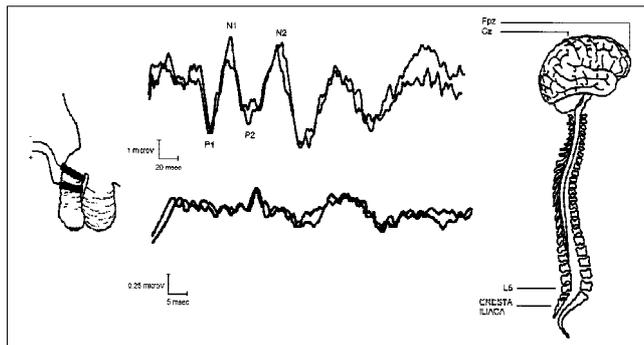


Figura 8. Potenciales evocados somatosensoriales del nervio dorsal del pene.

Respuestas reflejas del esfínter anal ‘Método de Voduseck’ [38]: estímulos eléctricos de la piel perineal que producen una respuesta en el músculo del esfínter anal a unos 50 ms, recogidos con un electrodo de aguja en dicho esfínter.

POTENCIALES EVOCADOS CORTICALES (PESS)

El registro de los PESS del nervio pudendo no precisa requisitos técnicos específicos, son los mismos que los requeridos para los de los nervios tibial posterior o mediano. Sorprende las primeras veces que se realizan, lo fácil que se evoca la respuesta y lo parecidas que son a los PESS del nervio tibial posterior.

Fue Haldelman [12,17] el primero en registrarlos y posteriormente numerosos autores [12,16,29,34] han obtenido con técnicas similares parecidos resultados.

PESS del nervio dorsal del pene (Fig. 8)

Método

- **Electrodos:** electrodos de cucharilla o de aguja para los electrodos de registro y electrodos de anillo sensitivo para los de estímulo. Electrodo de tierra de banda colocado en una extremidad.
- **Posición del paciente:** decúbito supino.
- **Técnica de colocación de los electrodos:** electrodos de estímulo de anillo en el pene separados entre 2 cm, con el ánodo más distal; y electrodos de registro corticales, el activo en Cz’ (2 cm distal a Cz) y el indiferente en Fpz siguiendo el sistema internacional 10-20 para la colocación de los electrodos en EEG. Electrodos de registro lumbares el activo en L1 y el indiferente en cresta ilíaca.
- **Estimulación:** pulsos cuadrados, con una duración de 0,2 ms a una frecuencia de 3 Hz (según otros autores entre 1,5 y 4,7 Hz) de 2 a 4 veces el umbral sensitivo, siempre que el paciente lo tolere adecuadamente.
- **Promediación:** 300-1.000 pasadas.
- **Valores normales:**
 - Corticales: P1: 40,2 ± 2,2 ms
 - N1: 52,1 ± 3,6 ms
 - Amplitud: 3,4 ± 2,2
 - Lumbares: 9,35 ± 0,8 ms

Potenciales evocados corticales en respuesta al estímulo eléctrico de la uretra posterior o el cuello de la vejiga

Bard et al [1] fueron en 1982 los primeros en evocar una respuesta cortical al estimular la vejiga con un cistoscopio. La respuesta tiene mayor latencia que los potenciales evocados del nervio dorsal del pene, lo que sugiere que sólo aferentes viscerales se estimulan y, además, el potencial desaparece con anestesia epidural; luego la respuesta se trasmite por los nervios pélvicos.

Este potencial es difícil de obtener incluso en sujetos sanos, lo que limita notablemente sus aplicaciones clínicas.

Método

Utilizan un electrodo de anillo montado en una sonda de Foley, que una vez colocado en su sitio se desplaza hacia fuera para ponerlo en contacto con la uretra proximal. Se estimula 2-3 veces el umbral sensitivo y se recoge en el *scalp* en la corteza sensitiva (Cz'-Fpz).

POTENCIAL EVOCADO MOTOR PORESTIMULACIÓN MAGNÉTICA CORTICAL

Opsomer et al [28] utilizan la estimulación magnética en Cz' y para la raíces sacras a 5 cm lateral a la columna a nivel de la cresta ilíaca derecha y registran en músculo bulbocavernoso y en el esfínter anal obteniendo unas respuestas de $28,2 \pm 2,6$ y $30,4 \pm 4,4$ ms, respectivamente, y de 7-8 ms en las raíces sacras, que disminuyen 6 ms con la facilitación.

Eardeley et al [13] obtienen similares resultados en el músculo esfínter de la uretra: $29,0 \pm 2,33$ ms.

UTILIDAD CLÍNICA

Disfunciones vesicouretrales

En la producción de un determinado tipo de 'vejiga neurógena' [18] tiene más importancia la localización de la lesión que la etiología de la misma. Generalmente la posible causa neurológica responsable de la disfunción vesicouretral es conocida. No obstante, en algunas ocasiones son los estudios neurofisiológicos los que la ponen de manifiesto [9].

Lesión neurógena periférica: el síntoma clínico centinela es la retención urinaria. Encontraremos alteraciones neurógenas agudas o crónicas exclusivamente en la EMG del esfínter periuretral si el trastorno es por una alteración proximal a la raíces (S₂-S₄) y, además, alteraciones en los reflejos sacros que pueden incluso estar ausentes en el caso de una neuropatía periférica que comprometa al nervio pudiendo.

Se ha descrito un síndrome que cursa con retención urinaria en mujeres [42], sin otras alteraciones concomitantes, y en el estudio EMG del esfínter periuretral se objetivan descargas repetitivas complejas 'pseudomiotonía', sin alteraciones neuropáticas o miotónicas a otros músculos y en las que, en algunos casos, se han encontrado anomalías en niveles sacros.

En la incontinencia urinaria de estrés [33,40], que afecta preferentemente a mujeres multíparas, con prolapso uterino o sin él, se ha encontrado una denervación parcial de los músculos del suelo de la pelvis, con o sin evidencia de neuropatía. Es importante el diagnóstico de esta disfunción, ya que es subsidiaria de tratamiento rehabilitador [25].

Lesión de neurona motora superior o central: el síntoma clínico centinela es la incontinencia urinaria. La EMG del esfínter periuretral es normal, salvo la pérdida del control voluntario. En estos casos es importante realizar estudios del esfínter simultáneos a la cistomanometría, ya que encontraremos: a) Hiperreflexia del detrusor en la cistomanometría con relajación completa del esfínter periuretral en lesiones supramesencefálicas. Los reflejos sacros suelen ser normales y los PESS del nervio pudiendo pueden estar alterados; y b) Disinergia detrusor-esfínter en lesiones situadas entre el mesencéfalo y nivel sacro, que supone una inte-

rrupción en las vías largas de integración: lesión de la médula espinal. Los reflejos sacros pueden estar alterados así como los PESS del nervio pudiendo.

También es útil para diferenciar el síndrome de Shy-Drager (atrofia múltiple de sistemas) que tiene una afectación neurógena del esfínter [3,24] secundaria a una degeneración de las células del asta anterior, y el síndrome de Parkinson que presenta una hiperreflexia aislada del detrusor.

Lesiones mixtas: muchas enfermedades neurológicas degenerativas tienen afectación a distintos niveles del sistema nervioso central y/o periférico, por lo tanto, esto se traducirá en alteraciones mixtas de los estudios neurofisiológicos. Uno de los ejemplos más típicos es la esclerosis múltiple.

Incontinencia fecal

Alrededor de un 50% [30] de las causas de incontinencia fecal y hasta un 86% [11] en algunas series tienen un origen neurológico subyacente [37]; en el resto generalmente es exclusivamente mecánico y en algunas sigue sin determinarse la causa.

Las causas clínicas de incontinencia que pueden tener un origen neurológico son:

- *Neurológicas puras:* lesiones de médula espinal, cola de caballo, neuropatías cerebrovasculares o degenerativas. Evidentemente en estos casos la afectación neurógena es evidente.
- *No neurológicas:* obstétricas (partos traumáticos o instrumentales, cirugías severas...), prolapso rectal, traumáticas, yatrogénicas, quirúrgicas e idiopáticas. En estos casos la lesión neurológica se presupone aunque no siempre se objetiva, incluso después de un buen estudio neurofisiológico.

Evidentemente esta alteración neurológica puede ser central o periférica.

- *Lesión neurógena periférica:* cuando la lesión es periférica puede ser aislada al igual que cuando es secundaria a una causa local. En estos casos encontraremos alteraciones neurógenas agudas y/o crónicas en la EMG del esfínter anal y alteraciones en la conducción del nervio pudiendo.
- *Lesión neurógena central:* cuando la causa es central generalmente se acompaña de disfunción vesicouretral e impotencia coecundi (lesiones medulares, cola de caballo...). En estos casos y en relación con el nivel lesional encontraremos alteraciones en los reflejos sacros y en las respuestas evocadas corticales y/o alteraciones del control voluntario del esfínter anal aisladas.

Los estudios EMG del esfínter anal son de gran utilidad en la evaluación de la actividad muscular voluntaria del mismo para calibrar la continencia [14,35] y valorar la posibilidad del cierre de una colostomía. Se necesita la integridad de ambos nervios pudiendo para garantizar la continencia completa [31,32,36]. Los pacientes con una lesión unilateral pueden tener incontinencia nocturna. En muchos casos la manometría de los pacientes con neuropatía del nervio pudiendo es normal [36].

Asimismo se utiliza la actividad EMG durante las rizotomías [27] como control muscular, ya que se ha constatado la participación del esfínter anal en la espasticidad.

También se ha demostrado la utilidad de los estudios neurofisiológicos en pacientes con estreñimiento crónico, que en ciertas ocasiones es secundario a alteraciones neurógenas del suelo de la pelvis [43], pero nunca en pacientes con dolor rectal.

Impotencia

La causa más importante en el origen de la impotencia sigue siendo la psicógena, en algunas series hasta el 90% y, sin embargo, otras series encuentran datos de organicidad del proceso hasta en un 65% [15].

La batería de tests neurofisiológicos (electroneurografía del nervio dorsal del pene, reflejos bulbocavernosos, respuestas evocadas corticales, potencial evocado motor magnético...) confirman la impotencia secundaria a un origen neurológico ya

conocido, diagnostican el origen neurológico de la impotencia en pacientes en los que no se sospechaba esta alteración (hasta un 14%) [34] y evalúan la efectividad del tratamiento, pero en otros casos únicamente descartan el origen neurológico de la misma [22].

Los estudios electromiográficos de los cuerpos cavernosos [22,41] aparecen como una gran esperanza para descartar el origen psicógeno en estos casos, ya que evalúan la función del sistema nervioso autónomo hasta ahora no explorado.

BIBLIOGRAFÍA

- Bard GA, Caelsson CA, Fall M, Friberg S, Lindström L, Ohlsson. Cortical evoked potentials following the stimulation of the urinary bladder in man. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1982; 54: 494.
- Bartolo DCC, Jarrat JA, Read NW. The role of partial denervation of puborectalis in idiopathic faecal incontinence. *Br J Surg* 1983; 70: 664-7.
- Beck RO, Betts CD, Fowler CJ. Genitourinary dysfunction in multiple system atrophy: Clinical features and treatment in 62 cases. *J Urol* 1994; 151: 1336-41.
- Blaivas JG. Sphincter electromyography. *Neurol Urodyn* 1983; 2: 269-88.
- Blaivas JC. Electromyography and sacral evoked responses. In Mundy AR, Stephenson TP, Wein AJ, eds. *Urodynamics, principles, practice and application*. London: Churchill Livingstone; 1984.
- Blaivas JG, Labib KB, Bauer SB, Retik AB. A new approach to electromyography of the external urethral sphincter. *J Urol* 1977; 177: 773-82.
- Blaivas JG, Zayed AAH, Labib KB. The bulbocavernosus reflex in urology: A prospective study of 299 patients. *J Urol* 1981; 126: 197-9.
- Blaivas JG, Sinha HP, Zayed AAH, Labib LB. Detrusor: External sphincter dyssynergia. *J Urol* 1981; 125: 542-4.
- Blaivas JG, Salinas JM, Katz GP. The role of urodynamic testing in the evaluation of subtle neurologic lesions. *Neurol Urodyn* 1985; 4: 211-8.
- Clawson DR, Cardenas DO. Dorsal nerve of the penis nerve conduction velocity: A new technique. *Muscle Nerve* 1991; 14: 845-9.
- Cheong DM, Vaccaro CA, Salanga VD, Waxner SD, Phillips RC, Hanson MR. Electrodiagnostic evaluation of fecal incontinence. *Muscle Nerve* 1995; 18: 612-9.
- Delisa JA, Lee HJ, Baran EM, Lai KS, Spielholz. *Manual of nerve conduction velocity and clinical neurophysiology*. New York: Raven Press; 1994.
- Eardley I, Nagendran K, Kirby RS, Fowler CJ. A new technique for assessing the efferent innervation of the human striated urethral sphincter. *J Urol* 1990; 144: 949-51.
- Emblem R, Dhaenens G, Stien R, Morkrid L, Aasen AO, Bergan A. The importance of anal endosonography in the evaluation of idiopathic fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1994; 37: 42-8.
- Espino P, Cocero E, Páramo PS, Páramo PG. El reflejo bulbocavernoso en el diagnóstico diferencial de la impotencia. *Arch Neurobiol* 1984; 47: 13-8.
- Fernández-González F, Suárez T. Pudendal nerve evoked potential neurophysiology and clinical applications. In Morocutti C, Rizzo PA, eds. *A evoked potentials: Neurophysiological and clinical aspects*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers; 1985. p. 97-106.
- Fowler CJ. Pelvic Floor neurophysiology. In *Manual of clinical neurophysiology*. Heinemann: Butterword; 1992.
- Fowler CJ. Investigation of the neurogenic bladder. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996; 60: 6-13.
- Franco C, González-Hidalgo M, Salinas J, Espinar J, Toledano MA, García-Nart M. Exploración neurofisiológica en disfunciones vesicouretrales de origen neurológico. *Arch Neurobiol* 1988; 51: 207-12.
- Galloway NT, Chisholm GD, McInnes A. Patterns and significance of the sacral evoked responses (the urologist's knee jerk). *Br J Urol* 1985; 57: 145-7.
- Gerstenberg TC, Bradley WE. Nerve conduction velocity measurement of dorsal nerve of penis in normal and impotent males. *Urology* 1983; 11: 90-3.
- Gerstenberg TC. Electrophysiological measurements in impotence. *Methods in Clinical Urodynamics* 1991; 17-23.
- Kiff ES, Swash M. Normal and delayed distal conduction in the pudendal nerves of patients with idiopathic (neurogenic) faecal incontinence. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1984; 47: 820-3.
- Kirby R, Fowler CJ, Gosling J, Bannister R. Urethro-vesical dysfunction in progressive autonomic failure with multiple system atrophy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1986; 49: 554-62.
- Klarskov P. Pelvic floor training. *Methods in clinical urodynamics* 1991; 1: 31-5.
- Neill ME, Swash M. Increased motor unit fibre density in the external anal sphincter in anorectal incontinence: A single fibre EMG study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1980; 43: 534-7.
- Ojemann JG, Park TS, Komanetsky R, Day RA, Kaufman BA. Lack of specificity in electrophysiological identification of lower sacral roots during selective dorsal rhizotomy. *J Neurosurg* 1997; 86: 28-33.
- Opsomer RJ, Caramia MD, Zarola F, Pesce F, Rossini PM. Neurophysiological evaluation of central-peripheral sensory and motor pudendal fibres. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1989; 74: 260-70.
- Padma-Nathan H. Neurologic evaluation of erectile dysfunction. *Urol Clin North Am* 1988; 15: 77-80.
- Rao SS, Patel RS. How useful are manometric tests of anorectal function in the management of defecation disorders? *Am J Gastroenterol* 1997; 92: 469-75.
- Roig JV, Villoslada C, Solana A, Buch E, Alos R, Hinojosa J. Prevalence of pudendal neuropathy in fecal incontinence. Results of a prospective study. *Dis Colon Rectum* 1995; 38: 952-8.
- Sangwan YP, Coller JA, Barret RC, Roberts PL, Murray JJ, Rusin L, Schoetz DJ Jr. Unilateral pudendal neuropathy. Impact on outcome of anal sphincter repair. *Dis Colon Rectum* 1996; 39: 686-9.
- Smith ARB, Hosker GL, Warrell DW. The role of partial denervation of the pelvic floor in aetiology of genitourinary prolapse and stress incontinence of urine. A neurophysiological study. *Br J Obstet Gynaecol* 1989; 96: 24-8.
- Spudis EV, Stubbs AJ, Skowronski. Cerebral-evoked response from stimulation of dorsal nerve in impotent men. *Urology* 1989; 34: 370-5.
- Sun WM, Read NW, Katsinelos P, Donnelly TC, Shorthouse AJ. Anorectal function after restorative proctocolectomy and low anterior resection with coloanal anastomosis. *Br J Surg* 1994; 81: 280-4.
- Vaccaro CA, Cheong DM, Wesner SD, Noguerras JJ, Salanga VD, Hanson MR, et al. Pudendal neuropathy in evacuatory disorders. *Dis Colon Rectum* 1995; 38: 199-71.
- Vernava AM, Longo WE, Daniel GL. Pudendal neuropathy and importance of EMG evaluation of fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1993; 36: 23-7.
- Voduseck DB, Janko M, Lokar J. Direct and reflex responses in perineal muscles on electrical stimulation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1983; 46: 67-71.
- Voduseck DB, Janko M. The bulbocavernosus reflex. *Brain* 1990; 113: 813-20.
- Walter S. Urinary incontinence in female. *Methods in Clinical Urodynamics* 1991; 1: 18-21.
- Wagner G, Gertenberg, TC, Levin RJ. Electrical activity of corpus cavernosum during flaccidity and erection of the human penis: A new diagnostic method? *J Urol* 1989; 142: 723-5.
- Webb RJ, Fawcett PR, Neal DE. Electromyographic abnormalities in the urethral and anal sphincter of women with idiopathic retention of the urine. *Br J Urol* 1992; 22-5.
- Wexner SD, Jorge JM. Colorectal physiological tests: Use or abuse of technology? *Eur J Surg* 1994; 160: 167-74.